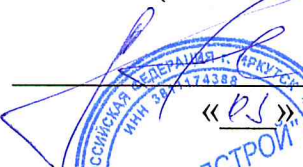


СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Байкальский газобетон»


/А.В. Лямзин/
« 25 » ~~августа~~ сентября 2014г.



СОГЛАСОВАНО
Руководитель
ООО «ФасадСтрой»
(Завод «Краспан»)


/А.Г. Ханхабаев/
« 25 » ~~августа~~ сентября 2014г.



ОТЧЕТ
по результатам исследований несущей способности
узла крепления U-образного кронштейна навесных фасадных систем
«U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан» производства группы компаний
Краспан®
к строительному основанию из блоков стеновых из автоклавного газобетона,
реализуемого ООО «Байкальский газобетон» производства
ЗАО «Стройкомплекс» и ООО «Саянскгазобетон»

Иркутск, 2014

Содержание

1. Общие данные	3
2. Конструктивное описание исследуемого узла крепления.....	4
2.1. Строительное основание	6
2.2. Несущий кронштейн	7
2.3. Элементы крепления	8
3. Натурные испытания узла крепления	9
4. Результаты испытаний.....	12
5. Расчеты элементов узла	17
5.1. Расчет шпильки на растяжение.....	17
5.2. Расчет прочности резьбы	17
5.3. Расчет площадки под распределительной шайбой на местное смятие	18
5.4. Расчет допускаемого момента затяжки.....	19
Заключение	20
Список литературы	25

1. Общие данные

Настоящий отчет составлен по результатам исследований узла крепления U-образного кронштейна навесных фасадных систем (НФС) «U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан» производства группы компаний Краспан® к строительному основанию из стеновых блоков из автоклавного газобетона производства ЗАО «Стройкомплекс», г. Ангарск и ООО «Саянскгазобетон», г. Саянск.

Цель проведения настоящих исследований заключается в определении параметров и характеристик несущей способности вышеупомянутого узла крепления, установлении возможности и условий его применения при устройстве НФС «U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан».

Для достижения указанной цели была разработана программа исследований, подготовлены соответствующие образцы и оборудование для испытаний, проведен комплекс необходимых испытаний и расчетов, получены соответствующие экспериментальные и расчетные данные.

Основой для разработки конструкции узла крепления, установления его начальных (минимальных) эксплуатационных и технических требований и параметров, проработки технологии его монтажа, стали соответствующие альбомы технических решений Краспан®, ООО «Байкальский газобетон», соответствующие свидетельства и допуски, разрешающие применение в строительстве ([1], [2], [3], [4] и др.). Данные документы были также использованы для разработки программы исследований и для установления исходных данных при проведении соответствующих расчетов.

В настоящем отчете описаны фактические условия проведения испытаний с соответствующими схемами нагружения и установки оборудования, значениями измеряемых и контролируемых параметров; приведены фрагменты обосновывающих расчетов, а также выводы о характере работы исследуемой конструкции, прочностных и жесткостных характеристиках элементов этой конструкции, даны

соответствующие рекомендации по применению конструкции для монтажа НФС «U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан».

Испытания проводились силами и в присутствии представителей ООО «Фасад-инжиниринг», ООО «Байкальский газобетон», ООО «Фишер Крепежные Системы РУС».

2. Конструктивное описание исследуемого узла крепления

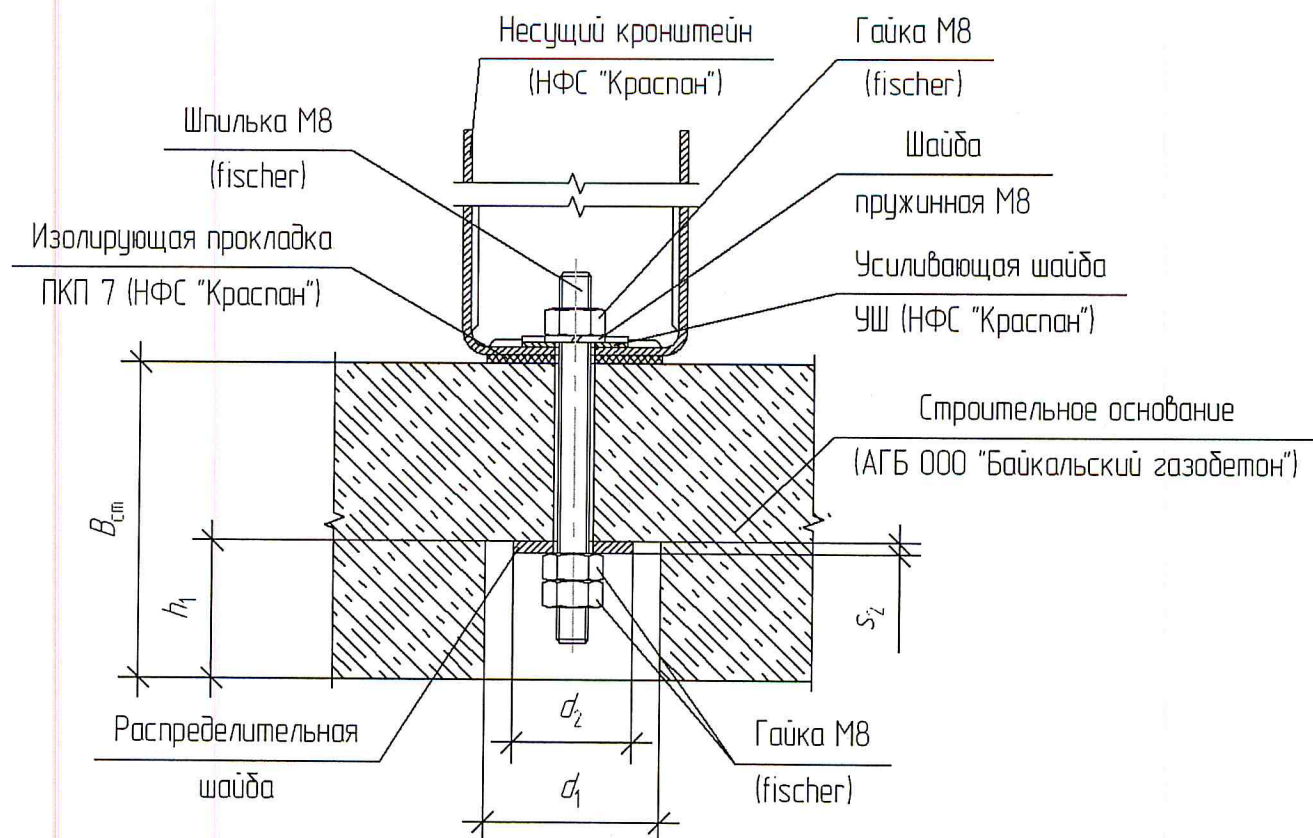
Исследуемый узел предназначен для крепления вертикальных направляющих (НК 56.[Ц/Н]) к несущим элементам каркаса НФС «U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан» производства группы компаний Краспан® и представляет собой совокупность следующих элементов:

- строительное основание – стеновая поверхность, выполненная посредством кладки из мелкогабаритных стеновых газобетонных блоков автоклавного твердения, реализуемых ООО «Байкальский газобетон» (производства ЗАО «Стройкомплекс», ООО «Саянскгазобетон»);

- стальной U-образный кронштейн (НКПН [100/200/300].[Ц/Н]), предназначенный для крепления к строительному основанию несущего металлокаркаса НФС «U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан» (через специальную теплоизолирующую прокладку ПКП 7) и последующего закрепления к нему при помощи стальных вытяжных заклепок U-образных вертикальных направляющих из оцинкованной или коррозионностойкой стали (НК 56.[Ц/Н]);

- элементы крепления узла: стальной распределительной шайбы, а также стальной шпильки и гаек М8, соединяющих несущий кронштейн со строительным основанием.

Эскиз исследуемого узла представлен на рис. 1.



Примечание: Параметры: диаметр (d_1) выемки, толщина (s_2) и наружный диаметр (d_2) шайбы подбирались в процессе проведения испытаний, длина шпильки и глубина (h_1) выемки определены конструктивным решением ООО «Фасад-инжиниринг» и зависят от толщины строительного материала.

Рис. 1. Эскиз исследуемого узла

Для устройства исследуемого узла крепления, предварительно в строительном основании формируется сквозное отверстие для установки шпильки М8, а с внутренней стороны поверхности строительного основания устраивается выемка диаметром d_1 и глубиной h_1 .

В отверстие устанавливается шпилька М8 необходимой длины. С внешней стороны строительного основания, через теплоизолирующую прокладку устанавливается несущий U-образный кронштейн. Кронштейн, в свою очередь, через усиливающую шайбу из оцинкованной (УШ 3.Ц, УШ 4.Ц) или коррозионностойкой (УШ 3.Н, УШ 4.Н) стали, закрепляется при помощи пружинной шайбы и гайки. С внутренней стороны стены, в выемку, устанавливается распределительная шайба и крепится при помощи гайки и контргайки.

Выемка с внутренней стороны основания под распределительную шайбу выполняется монтажной пеной для устранения мостов холода.

Закрепленные таким образом кронштейны используются в качестве несущих/опорных элементов при создании каркаса фасадной системы.

2.1. Строительное основание

Строительное основание представляет собой наружную стену, выполненную из мелкогазобетонных стеновых газобетонных блоков автоклавного твердения, реализуемых ООО «Байкальский газобетон» (производства ЗАО «Стройкомплекс», г. Ангарск и ООО «Саянскгазобетон», г. Саянск).

Для кладки блоков применяются клеи и легкие цементно-песчаные растворы с плотностью в сухом состоянии не ниже 1500 кг/м^3 и маркой по прочности не ниже М50, в соответствии с ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия».

Качество стеновых блоков соответствует требованиям ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия» и ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия». Некоторые параметры стеновых блоков приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры стеновых блоков, участвующих в исследованиях

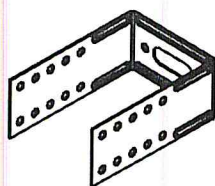
Параметр	Значение
Размеры блоков:	
- толщина, мм	≥ 200
- высота, мм	250
- длина, мм	625
Класс по прочности	$\geq \text{B}2,5$
Плотность, кг/м^3	≥ 400
Класс бетона по морозостойкости, не ниже	F50
Цвет блока (зависит от производителя):	
- ООО «Саянскгазобетон»	белый
- ЗАО «Стройкомплекс»	серый

Блоки применяются для возведения стен жилых зданий до 4-х этажей включительно в несейсмических районах и до 2-х этажей в районах с повышенной сейсмичностью (согласно СП 14.13330.2014). Этажность применения блоков для возведения ограждающих конструкций каркасных зданий с поэтажным опиранием на перекрытия, не ограничивается.

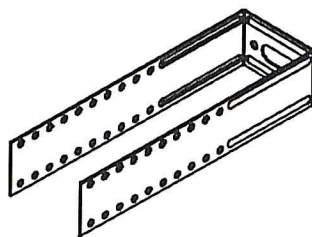
Номенклатура блоков, их маркировка, характеристики, а также рекомендации по расчету и проектированию зданий из стеновых блоков представлены в [2].

2.2. Несущий кронштейн

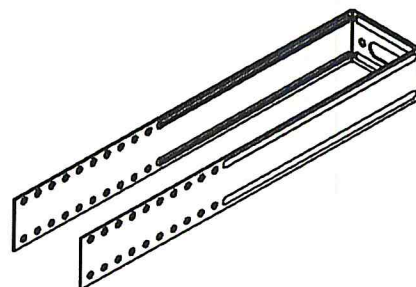
Внешний вид несущего U-образного кронштейна представлен на рис. 2, а). В конструкции узла могут быть использованы кронштейны НКПН 100.[Ц/Н], НКПН 200.[Ц/Н] или НКПН 300.[Ц/Н], обеспечивающих максимальный вылет вертикальной U-образной направляющей на 100, 200 или 300 мм соответственно. Кронштейны поставляются из оцинкованной (с маркировкой «Ц») или коррозионностойкой (с маркировкой «Н») стали толщиной 1,2 мм. Основание (пята) кронштейна имеет размеры в плане (45×67) мм.



НКПН 100.Ц
(НКПН 100.Н)

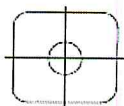


НКПН 200.Ц (НКПН
200.Н)

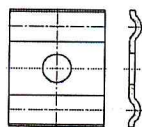


НКПН 300.Ц (НКПН 300.Н)

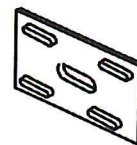
а) Несущие U-образные кронштейны НФС «Краспан»



УШ 3.Ц (УШ 3.Н)



УШ 4.Ц (УШ 4.Н)



б) Усиливающие шайбы на пяту кронштейна

в) Прокладка для кронштейна
ПКП 7

Рис. 2. Элементы Краспан®, входящие в исследуемый узел крепления

При монтаже, между строительным основанием и кронштейном устанавливается изолирующая прокладка из термоэластопласта ПКП 7. Поверх кронштейна, под пружинную шайбу должна быть установлена усиливающая шайба УШ 3.Ц / УШ 3.Н (для кронштейнов НКПН 100.Ц / НКПН 100.Н соответственно), или УШ 4.Ц / УШ 4.Н (для кронштейнов НКПН 200.Ц / НКПН 200.Н / НКПН 300.Ц / НКПН 300.Н).

Несущий кронштейн, прокладка ПКП 7 и усиливающая шайба в испытаниях узла крепления не участвовали.

2.3. Элементы крепления

Элементы крепления узла представлены следующим набором.

2.3.1. Резьбовая шпилька G8, с резьбой M8, отрезанная до необходимой длины. Материал шпильки – сталь 4.8 согласно DIN EN ISO 898-1. Шпилька имеет гальваническое покрытие цинком 3–8 мкм. Шпилька в состоянии поставки имеет длину 1,0 м и отрезается до нужной длины. Допускается, по согласованию с заказчиком, использование других резьбовых шпилек из стали 4.8 с гальваническим цинковым покрытием или из нержавеющей стали 1.4401, A4, DIN EN 10 088 (FIS A M8, RG M8) или из нержавеющей сталей более высокого класса.

2.3.2. Шестигранные гайки MU M8 с гальваническим цинковым покрытием 3–8 мкм. Со стороны установки распределительной шайбы (с внутренней стороны стены) дополнительно устанавливается контрольная гайка (см. рис. 1).

2.3.3. В исследуемом узле может быть установлена пружинная шайба M8 (DIN 127), предназначенная для исключения самопроизвольного отвинчивания. Пружинная шайба устанавливается под гайку MU M8 со стороны крепления несущего кронштейна. Необходимость применения пружинной шайбы в узле определяется при разработке проекта устройства навесной фасадной системы для конкретного объекта.

2.3.4. Распределительная шайба, предназначенная для увеличения площади распределения осевой нагрузки на строительное основание. По результатам испытаний, данная распределительная шайба должна изготавливаться со следующими параметрами:

- толщина шайбы (s_2 , см. рис. 1) - ≥ 2 мм

- наружный диаметр шайбы (d_2 , см. рис. 1) – (60 ± 2) мм;
- внутренний диаметр шайбы – $(8^{+0,5})$ мм;
- материал шайбы углеродистая сталь с пределом текучести не ниже 235 Н/мм^2 , имеющая необходимую антикоррозионную обработку в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии».

Шайба может быть изготовлена любым способом, исключаяющим наличие значительных концентраторов напряжения (заусенцы, зазубрины и т.п.) на внутренних гранях.

3. Натурные испытания узла крепления

В рамках исследований были проведены натурные испытания узлов крепления, для чего на базе ООО «Байкальский газобетон» (г. Шелехов) были изготовлены два участка стены: участок № 1 и участок № 2, с кладкой из стеновых блоков размерами (Т×В×Д): $(400 \times 250 \times 625)$ мм и $(200 \times 250 \times 625)$ мм соответственно.

В свою очередь каждый из участков из зон (см. рис. 3, первая цифра в обозначении указывает на номер зоны, вторая – на номер участка):

- зона 1-1: с кладкой из блоков $(400 \times 250 \times 625)$ мм производства ООО «Са-янскгазобетон», маркой по плотности D500;
- зона 1-2: с кладкой из блоков $(400 \times 250 \times 625)$ мм производства ЗАО «Стройкомплекс», маркой по плотности D500;
- зона 1-3: с кладкой из блоков $(400 \times 250 \times 625)$ мм производства ЗАО «Стройкомплекс», маркой по плотности D400;
- зона 2-1: с кладкой из блоков $(200 \times 250 \times 625)$ мм производства ООО «Са-янскгазобетон», маркой по плотности D500;
- зона 2-2: с кладкой из блоков $(200 \times 250 \times 625)$ мм производства ЗАО «Стройкомплекс», маркой по плотности D500;

Кладка участков стен производилась в соответствии с ГОСТ 31360-2007 на клей для газобетонных блоков «KrasLand». Ширина клеевого раствора в кладке (2-5) мм. При этом производилось армирование после 1, 3, 5 и 7-го рядов кладки

из арматурных стержней А-I, \varnothing 8 мм – для участка № 1 – по два арматурных стержня; для участка № 2 – по одному арматурному стержню.

Участки располагались в неотапливаемом помещении с кровлей на железобетонном фундаментном основании размерами в плане (12,0×12,0) м. Первый ряд кладки устанавливался на подливку из цементно-песчаного раствора (марка М50) толщиной 50 мм.

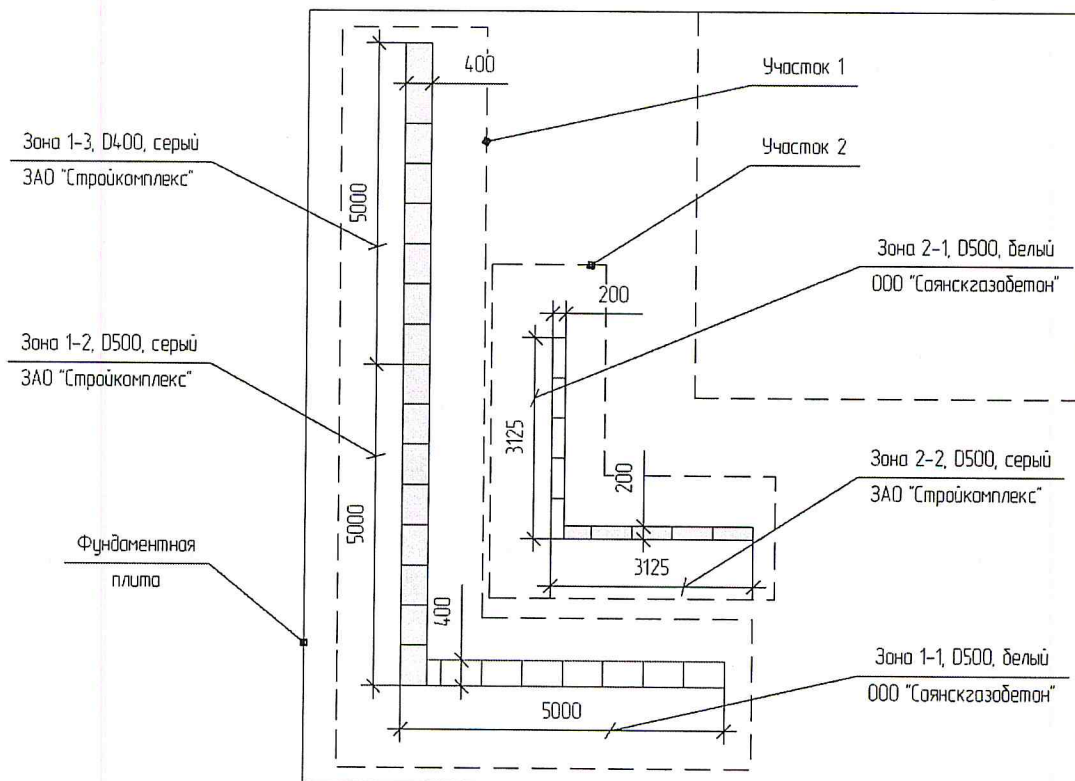


Рис. 3. Схема расположения участков 1 и 2, схема расположения зон испытаний на участках

Процесс испытаний заключался в ступенчатом нагружении узлов крепления осевой (тяговой) нагрузкой при помощи гидравлического домкрата Hydrajaws Master Tester 2000С 01675 430370 (5-25 kN). Схема проведения испытаний представлена на рис. 4.

В соответствии с разработанной схемой, в испытаниях не участвовали элементы производства Краспан® (несущие кронштейны НКПН, усиливающие шайбы УШ, прокладки ПКП 7, а также крепящие их элементы: гайка МУ М8 и пружинная шайба). Полость выемки под распределительную шайбу не заполнялась монтажной пеной.

Приложение нагрузки производилось со стороны установки несущего кронштейна. Передача нагрузки от домкрата производилась при помощи гайки захватного устройства (рис. 4).

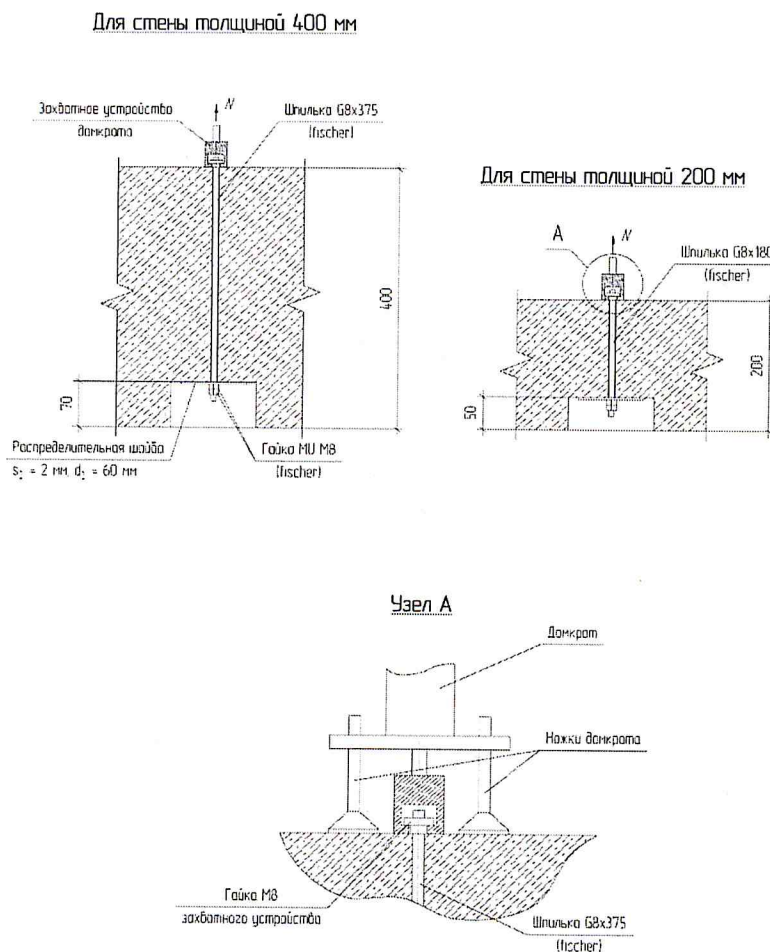


Рис. 4. Схема проведения испытаний

В каждой из зон проводились испытания 5-10 узлов крепления. Результаты испытаний представлены в разделе 4 настоящего отчета.

Для испытаний узлов креплений в строительном основании толщиной 400 мм использовались шпильки длиной 375 мм, а для узлов, закрепляемых в строительном основании толщиной 200 мм, длины шпилек составляли 180 мм.

Также в процессе испытаний испытывались два типа распределительных шайб – с наружными диаметрами 60 мм и 80 мм, для некоторых узлов крепления использовался набор из двух распределительных шайб. Отметки для каждого испытанного узла о примененных диаметрах и количестве шайб в узле приведены в разделе 4, «Результаты испытаний».

4. Результаты испытаний

В процессе испытаний узлов крепления установлена некоторая закономерность поведения испытываемого узла под нагрузкой. Вне зависимости от плотности, производителя и толщины стеновых блоков в строительном основании, во всех испытываемых зонах, для всех испытываемых узлов, этапы процесса испытаний можно описать следующим образом.

1. Проводилось ступенчатое нагружение узла крепления ступенями по 150-200 кгс (1,5-2,0 кН). При этом, в процессе приложения нагрузки, до достижения некоторой нагрузки («Нагрузка 1», около 750-800 кгс (7,5 – 8,0 кН), поведение конструкции носило характер упругой работы – нагрузка увеличивалась плавно, без рывков, деформаций не наблюдалось.

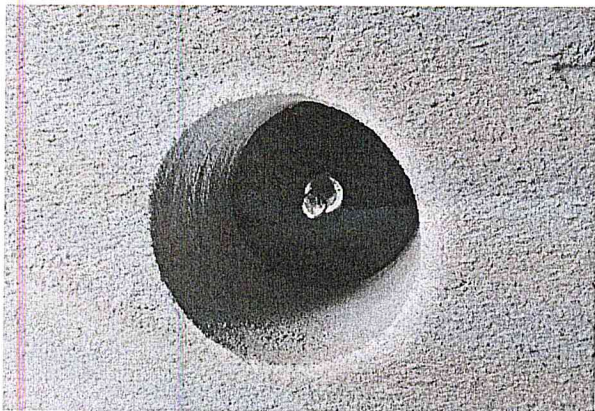
2. При дальнейшем увеличении нагрузки в конструкции узла, со стороны установки распределительной шайбы вначале наблюдался характерный звук («потрескивание»). Затем происходило отслаивание окалины распределительной шайбы (изготовление данных шайб производилось методом алмазной резки), далее шайба деформировалась (см. рис. 5).

3. При достижении тягового усилия около 1100 кгс («Нагрузка-2») увеличение нагрузки, при воздействии на домкрат, прекращалось. Наблюдались местные деформации (смятие) поверхности строительного основания под распределительной шайбой. По достижении данной нагрузки испытания узла прекращались.

После окончания испытаний производился демонтаж, разборка узла крепления и дефектовка его элементов. В процессе дефектовки повреждений и деформаций шпильки и гаек (в т.ч. резьбовых частей) выявлено не было. Имели место пластические деформации распределительных шайб, местное смятие строительного основания под распределительной шайбой (см. рис. 5).

Полученные при испытаниях значения усилий в узле, соответствующие значениям «Нагрузка-1» и «Нагрузка-2», а также изменяемые параметры распределительных шайб представлены в табл. 2 «Результаты испытаний».

Результаты статистической обработки данных сведены в табл. 3.

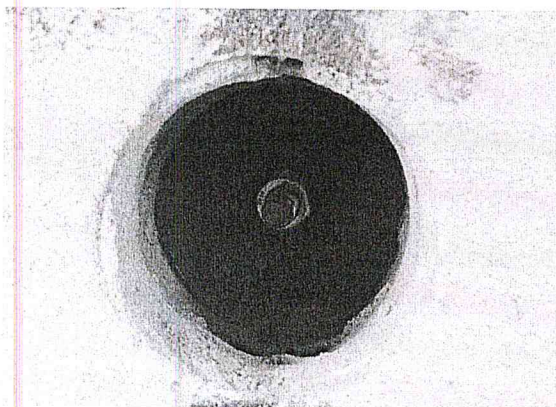


Со стороны выемки под распределительную шайбу



Со стороны установки кронштейна с установленной гайкой захватного устройства домкрата

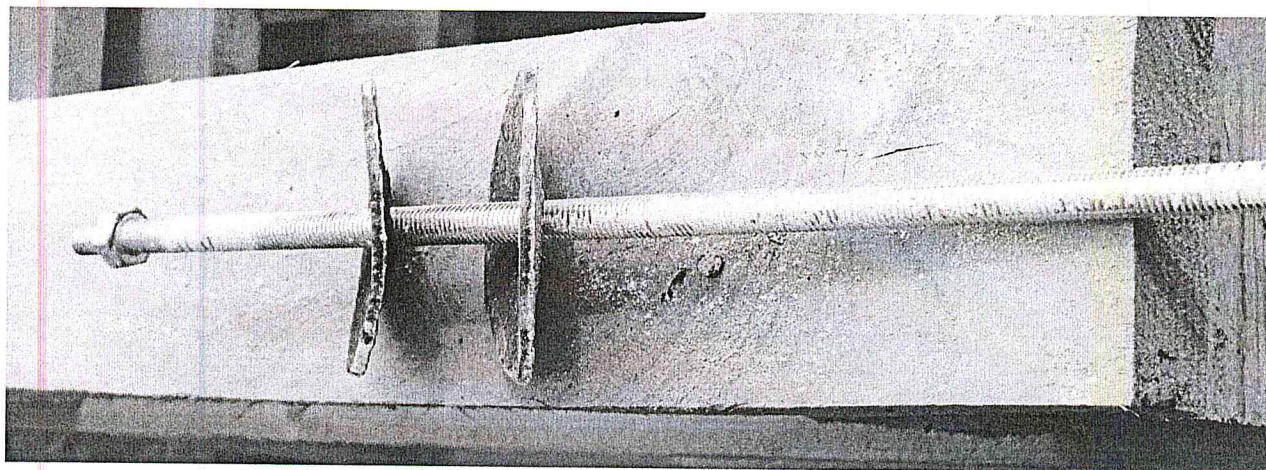
a)



б)



в)



г)

Рис. 5. Примеры изменения состояния элементов узла крепления в процессе испытаний

a) начальное состояние; б) начало деформации распределительной шайбы при достижении усилия «Нагрузка-1»; в) деформация шайбы после достижения значения «Нагрузка-2»; г) внешний вид элементов крепления (шпилька, гайка, распределительные шайбы) после проведенных испытаний

Таблица 2. Результаты испытаний

№ испытания	№ зоны	Переменные параметры блоков			Изменяемые параметры зон установки распределительных шайб				Значения характеристик нагрузок		Место установки в кладке
		толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Производитель	Диаметр шайбы, мм	Кол-во шайб, шт	Диаметр выемки, мм	Глубина выемки, мм	«Нагрузка-1», кгс	«Нагрузка-2», кгс	
1	1-1	400	D500	«Саянскгазобетон»	60	1	60	70	800	1250	блок
2					60	1	60	70	1300	2500	блок
3					80	1	60	70	1000	1500	блок
4					80	1	60	70	800	1000	блок
5					60	1	80	70	800	1150	блок
6					60	1	80	70	750	1100	блок
7	1-2	400	D500	«Саянскгазобетон»	60	1	80	70	600	800	верт. шов
8					60	1	80	70	800	1100	гор. шов
9					60	1	80	70	800	1100	блок
10	1-3	400	D400	«Стройком-плекс»	60	1	60	70	800	1200	блок
11					60	2	60	70	800	1200	блок
12					60	2	80	70	770	1100	блок
13					60	1	80	70	800	1100	блок
14	1-3	400	D400	«Стройком-плекс»	60	1	80	70	760	1150	гор. шов
15					80	1	80	70	800	1150	блок
16					60	1	80	70	800	1150	блок

17						60	2	80	70	800	1200	блок
18						60	1	80	70	800	1150	блок
19						60	1	80	70	800	1100	гор. шов
20						60	1	80	70	-	700	верт. шов
21						60	1	80	50	700	1100	блок
22						60	1	80	50	800	1100	блок
23	2-1	200	D500			60	1	80	50	800	1050	верт. шов
24						60	1	80	50	800	1000	блок
25						60	1	80	50	800	1100	блок
26						60	1	80	50	800	1000	блок
27	2-2	200	D500			60	1	80	50	800	1150	верт. шов
28						60	1	80	50	800	1100	блок
29						60	1	80	50	800	1300	блок

Таблица 3. Обработка результатов испытаний

$N_i, \text{кН}^1)$	$N = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n},$ кН	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N)^2}{n-1}},$ кН	$v = \frac{S}{N}$	$R = \frac{N \cdot (1 - t \cdot v)}{m}, \text{кН}^2)$
8,0	7,912	0,2333	0,02949	4,95
8,0				
8,0				
7,5				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
7,7				
8,0				
7,6				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
7,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				
8,0				

Примечания: 1. В соответствии с рекомендациями СТО 44416204-010-2010 из ряда полученных при испытаниях единичных результатов N_i исключены результаты экспериментов 2, 3 и 7 (13,0 кН, 10,0 кН и 6,0 кН соответственно), как явно выпадающие из ряда, а также выходящие за пределы $[N \pm 3 \cdot S]$.

2. Приняты следующие коэффициенты: коэффициент Стьюдента $t = 2,086$ (для количества оставшихся испытаний – 25); коэффициент надежности по материалу $m = 1,5$

Таким образом, расчетное сопротивление, характеризующее окончание упругой работы исследуемого узла крепления при действии вытягивающей нагрузки, по результатам обработки данных, полученных в процессе испытаний, составляет:

$$R = 4,95 \text{ кН}$$

5. Расчеты элементов узла

Исходные данные:

- диаметр шпильки: М8, шаг резьбы 1;
- диаметр гайки: М8, высота гайки: $H = 8$ мм;
- номинальный диаметр резьбы: $d=8$ мм;
- диаметр впадин: $d_1 = 6,773$ мм;

Материал шпильки - углеродистая сталь (соответствие класса прочности 8.8):

$$\sigma_B = 800 \text{ Н/мм}^2, \sigma_T = 640 \text{ Н/мм}^2.$$

5.1. Расчет шпильки на растяжение

Максимальное значение растягивающей нагрузки в соответствии с [5] (из условия упругой работы, без учета запаса по прочности):

$$F = \frac{\sigma_T \cdot \pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{64 \cdot 3,14 \cdot (6,773)^2}{4} = 2304,7 \text{ кгс}$$

5.2. Расчет прочности резьбы

Данный расчет произведен в соответствии с рекомендациями [6], в соответствии с которым определяем максимальные усилия, из условий прочности элементов резьбового соединения:

1) сила, вызывающая срез витков резьбы болта:

$$F_{p0} = \pi \cdot d_1 \cdot k_0 \cdot H \cdot k_m \cdot \tau_{B0},$$

2) сила, вызывающая срез витков резьбы гайки:

$$F_{p1} = \pi \cdot d \cdot k_1 \cdot H \cdot k_m \cdot \tau_{B1},$$

где: $k_0 = k_1 = 0,87$ – коэффициент полноты резьбы, соответственно, болта и гайки;
 $k_m = 0,6$ – коэффициент, учитывающий неравномерное распределение нагрузки по виткам резьбы;

$\tau_{B0} = \tau_{B1} = 0,7 \cdot 64 = 44,8 \text{ кгс/мм}^2$ – предел прочности на срез, соответственно, болта и гайки.

Таким образом:

$$F_{p0} = 3,14 \cdot 6,773 \cdot 0,87 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 44,8 = 3978,8 \text{ кгс}$$

$$F_{p1} = 3,14 \cdot 8 \cdot 0,87 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 44,8 = 4699,6 \text{ кгс}$$

5.3. Расчет площадки под распределительной шайбой на местное смятие

Расчет произведен в соответствии с рекомендациями [7], [8], [9]. Условие прочности на местное сжатие:

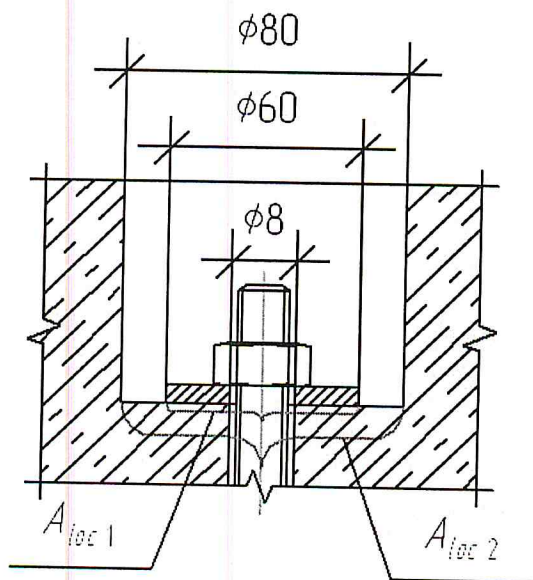
$$N \leq \Psi \cdot R_{b,loc} \cdot A_{loc 1},$$

где: N – расчетная продольная сжимающая сила от местной нагрузки;

$\Psi = 0,5$ - коэффициент полноты эпюры давления от местной нагрузки (принят для треугольной эпюры распределения нагрузки);

$R_{b,loc}$ - расчетное сопротивление строительного материала местному сжатию;

$A_{loc 1} = 27,76 \text{ см}^2$ - площадь смятия под распределительной шайбой (см. рис. 6).



$$A_{loc 1} = \frac{\pi \cdot 60^2}{4} - \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 2\,775,76 \text{ мм}^2 = 27,76 \text{ см}^2$$

$$A_{loc 2} = \frac{\pi \cdot 80^2}{4} - \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 4\,973,76 \text{ мм}^2 = 49,74 \text{ см}^2$$

$$\varphi_b = \sqrt[3]{\frac{A_{loc 2}}{A_{loc 1}}} = \sqrt[3]{\frac{49,74}{27,76}} = 1,2$$

Рис. 5. К определению параметров $A_{loc 1}$ и $A_{loc 2}$

$$R_{b,loc} = \alpha \cdot \varphi_b \cdot R_b = 1 \cdot 1,2 \cdot 25,49 = 30,6 \text{ кгс/см}^2,$$

где $\alpha = 1,0$ (для бетонов класса ниже В25),

$\varphi_b = 1,2$ (см. рис. 5),

$R_b = 2,5 \text{ МПа} = 25,49 \text{ кгс/см}^2$.

Таким образом, расчетная осевая нагрузка из условия прочности площадки под распределительную шайбу на местное смятие составляет:

$$N = 0,75 \cdot 30,6 \cdot 27,76 = 522,34 \text{ кгс} = 5223,4 \text{ Н.}$$

5.4. Расчет допускаемого момента затяжки

Расчет допускаемого момента затяжки резьбового соединения узла произведен из условия не превышения расчетной осевой нагрузки и обеспечения прочности на местное смятие площадки под распределительной шайбой. В соответствии с [6], для рассматриваемого случая момент затяжки может быть определен из условия:

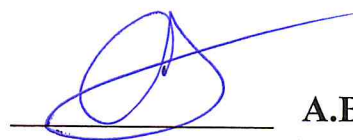
$$M_{кл} = 0,2 \cdot F_0 \cdot d = 0,2 \cdot 5223,4 \cdot 0,008 = 8,36 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Региональный представитель
ООО «ФИШЕР Крепежные системы РУС»



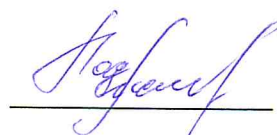
Р.Р. Ахатов

Руководитель технического отдела
ООО «Байкальский газобетон»



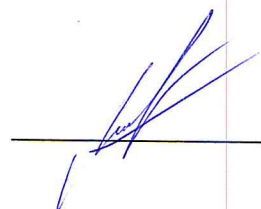
А.В. Суходолов

Технический консультант
ООО «Байкальский газобетон»



М.Д. Поддубняк

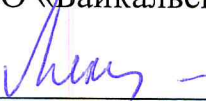
Инженер-проектировщик
ООО «Фасад-Инжиниринг»



Д.А. Ахаев

СОГЛАСОВАНО


Генеральный директор
ООО «Байкальский газобетон»


_____/А.В. Лямзин/
«05» сентября 2014г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель
ООО «ФасадСтрой»
(Завод «Краспан»)


_____/А.Г. Ханхабаев/
«05» сентября 2014г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам исследований несущей способности
узла крепления U-образного кронштейна навесных фасадных систем
«U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан» производства группы компаний
Краспан®
к строительному основанию из блоков стеновых из автоклавного газобетона,
реализуемого ООО «Байкальский газобетон» производства
ЗАО «Стройкомплекс» и ООО «Саянскгазобетон»

По результатам проведенных исследований узла крепления несущего кронштейна «КРАСПАН» к строительному основанию из стеновых газобетонных блоков торговой марки «Байкальский газобетон» с использованием распределительной шайбы и резьбовых элементов производства компании fischer, можно сделать следующие выводы.

1. В процессе испытаний, при приложении к узлу крепления осевой тяговой нагрузки при помощи гидравлического домкрата, для всех испытываемых зон строительного материала на обоих участках, поведение исследуемых узлов креплений носило однотипный характер упругой вначале, и пластической работы в конце испытаний.

При этом, по результатам обработки данных испытаний, окончание упругой работы конструкции при приложении осевого усилия соответствует среднему значению нагрузки $\bar{N} = 7,9$ кН, и расчетному сопротивлению $R_{расч} = 4,95$ кН.

Среднее значение максимальной нагрузки, при которой происходит полная потеря несущей способности исследуемого узла составляет $\bar{N}_{max} = 11,2$ кН.

2. По результатам анализа данных испытаний видно, что значения нагрузок, характеризующих окончание упругой работы (N , кН) и максимальных разрушающих нагрузок (N_{max} , кН) не зависят от плотности материала и его изготовителя. Решающее влияние на численные значения данных нагрузок оказывает прочность газобетонного блока на местное смятие.

3. Исследования также показали, что увеличение диаметра распределительной шайбы до 80 мм не оказывает влияния на несущую способность узла крепления и не увеличивает значение нагрузки окончания его упругой работы. Эффективное распределение нагрузки происходит по площади распределительной шайбы с диаметром 60 мм.

4. Эксперименты также показали необходимость устройства выемки под распределительную шайбу с диаметром на 10-20 мм больше, чем диаметр шайбы, что способствует более равномерному распределению нагрузки по площадке опирания, а также исключает передачу осевой нагрузки в зону концентрации напряжений, образованную площадкой опирания шайбы и стенками выемки.

5. Следует также отметить возможное снижение несущей способности узла крепления и уменьшение зоны его упругой работы (до 30%, см. результаты испытаний № 7 и № 20) при установке узлов креплений в некачественно устроенные вертикальные швы кладки (дефекты: отсутствие раствора в шве, сколы трещины и нарушения целостности в тычковой зоне стенового блока).

6. Результаты расчетов элементов узла крепления показали, что минимально необходимым условием обеспечения несущей способности исследуемого узла крепления является обеспечение прочности на местное смятие опорной площадки под стальной распределительной шайбой. Расчетная нагрузка при этом составляет: $N = 5,22$ кН.

7. Исходя из расчетной нагрузки на смятие опорной площадки под стальной распределительной шайбой, максимально допустимый момент затяжки резьбового соединения в исследуемом узле составляет: $M_{кл} = 8,36$ Н·м.

На основании проведенных исследований, с учетом изложенного выше, считаем возможным разрешить к применению для крепления U-образных кронштейнов навесных фасадных систем «U-ВСт Краспан» и «U-ВСтН Краспан» производства группы компаний Краспан® (конструктивное описание представлено в [1]) к строительному основанию из блоков стеновых из автоклавного газобетона, реализуемого ООО «Байкальский газобетон» производства ЗАО «Стройкомплекс» и ООО «Саянскгазобетон» в соответствии с [2] (класс по прочности блоков В2,5 и выше, марка по плотности не ниже D400) при помощи резьбовых шпилек М8 и гаек М8, с применением стальной распределительной шайбы с учетом нижеприведенных рекомендаций:

1. Установить для узла крепления глубину и диаметр выемки:

- для строительного основания толщиной 200 мм: $h_1 = 50$ мм, $d_1 = 80$ мм;

- для строительного основания толщиной 400 мм: $h_1 = 70$ мм, $d_1 = 80$ мм.

2. Установить для строительного основания толщиной 200 мм и 400 мм минимальную толщину распределительной шайбы - 2 мм, наружный диаметр распределительной шайбы - (60 ± 2) мм, внутренний диаметр шайбы - $(8^{+0,5})$ мм. Материал шайбы углеродистая сталь с пределом текучести не ниже 235 Н/мм², имеющая антикоррозионное покрытие в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии». Шайба может

быть изготовлена любым способом, исключая наличие значительных концентраторов напряжения (заусенцы, зазубрины и т.п.) на внутренних гранях.

3. Длина шпильки М8 определяется в зависимости от толщины строительного основания и конкретных конструктивных решений, с обеспечением выступа резьбовой части за гайки с обеих сторон пакета не менее 10 мм.

4. Разработку проектов устройства навесной фасадной системы с использованием узла крепления производить с учетом следующих данных, полученных в результате исследований:

- расчетное сопротивление узла крепления, характеризующее его упругую работу, полученное в результате испытаний на действие осевой вытягивающей нагрузки составляет $R_{\text{расч}} = 4,95$ кН (при среднем значении нагрузки $\bar{N} = 7,9$ кН);

- расчетная допускаемая нагрузка на местное смятие опорной площадки под распределительную шайбу (минимально необходимое условие для обеспечения нормальной работы узла крепления) составляет: $N = 5,22$ кН (при этом, при проектировании фасадной системы необходимо учитывать, что при затяжке резьбового соединения узла крепления дополнительно возникает осевое усилие, пропорциональное моменту затяжки соединения);

- при установке узла крепления в некачественно устроенные вертикальные швы кладки (возможные дефекты: отсутствие раствора в шве, сколы трещины и нарушения целостности в тычковой зоне стенового блока) возможно снижение несущей способности узла крепления и уменьшение зоны его упругой работы до 30%.

5. При монтаже узла крепления на конкретных строительных объектах следует учитывать следующее:

- образование отверстия под установку шпильки М8 необходимо производить методом безударного сверления;

- затяжку резьбового соединения узла крепления производить с моментом затяжки, не превышающим $M_{\text{кл}} = 8,0$ Н·м, при этом учитывая, что создаваемое при затяжке осевое сжимающее усилие является составляющей при сборе нагрузок и влияет на значения допустимых нагрузок (снижает их);

- при наличии дефектов в вертикальных растворных швах кладки, можно рекомендовать восстановление площадки под опорную шайбу клеевыми или цементно-песчаными растворами (с характеристиками по прочности, морозостойкости и влагостойкости, не ниже, чем характеристики растворов, использованных при кладке строительного основания) с обязательной заделкой трещин и пустот в зоне распределительной шайбы.

6. Для получения расчетных прочностных характеристик применительно к конкретному строительному основанию объекта рекомендуется проведение соответствующих испытаний узлов крепления на осевую тяговую нагрузку с учетом рекомендаций [10].

Региональный представитель
ООО «ФИШЕР Крепежные системы РУС»

Р.Р. Ахатов

Руководитель технического отдела
ООО «Байкальский газобетон»

А.В. Суходолов

Технический консультант
ООО «Байкальский газобетон»

М.Д. Поддубняк

Инженер-проектировщик
ООО «Фасад-Инжиниринг»

Д.А. Ахаев

Список литературы

1. Альбом технически решений АТР-12-55923418-10 навесных фасадных систем U-Вст Краспан (подоблицовочная конструкция из оцинкованной стали), U-ВстН Краспан (подоблицовочная конструкция из коррозионностойкой стали) с применением стальных оцинкованных композитных кассет КраспанКомпозит-ST, алюминиевых композитных кассет КраспанКомпозит-Al», ООО «Краспан», г. Красноярск, 2011г.
2. Альбом технических решений по применению мелкогабаритных ячеистобетонных блоков из автоклавного газобетона «Стройкомплекс газобетон» в строительстве жилых и общественных зданий, ООО «Байкальский газобетон», г. Иркутск, 2013г.
3. Каталог продукции fischer®, ООО «Фишер Крепежные Системы Рус», Москва, 2013г.
4. Монтажные системы fischer®. Каталог 2012, ООО «Фишер Крепежные Системы Рус», Москва, 2013г.
5. Д.Н. Решетов. Детали машин. 4-е изд-е, перераб. и доп., «Машиностроение», Москва, 1989г.
6. И.А. Биргер, Г.Б. Иосилевич. Резьбовые и фланцевые соединения, «Машиностроение», Москва, 1990г.
7. Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85) ЦНИИЭП жилища Госкомархитектуры, М., 1989г.
8. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84), ЦНИИпромзданий Госстроя СССР, НИИЖБ Госстроя СССР, Москва, 1986г.
9. В.С. Кузнецов. Расчет и конструирование стыков и узлов элементов железобетонных конструкций, М., 2002г.
10. СТО 44416204-010-2010. Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натуральных испытаний, ФГУ «ФЦС», Москва, 2011г.